

MODELOS ENERGÉTICOS, QUÍMICOS Y DINÁMICOS DE LA ALTA ATMÓSFERA DE MARTE

Francisco González Galindo

ggalindo@iaa.es

Tesis doctoral dirigida por Miguel Ángel López Valverde

Centro: Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC

Fecha de lectura: 2 de Junio de 2006

La alta atmósfera de Marte es la región donde se desarrolla la fase de aerofrenado de las diversas misiones espaciales a este planeta, por lo que es importante un conocimiento adecuado de su temperatura y densidad. Las escasas observaciones de esta región han puesto de manifiesto un acoplamiento con la media y baja atmósfera debido a la propagación de ondas desde alturas inferiores. Por ello, es conveniente contar con un Modelo de Circulación General (MCG) que estudie de forma coherente todas las capas de esta atmósfera, desde la superficie hasta la alta termosfera. Los MCGs existentes cubren en su mayoría sólo capas inferiores a la termosfera (por ejemplo, *Wilson y col.*, GRL, 2002), y el único modelo termosférico, el *Mars Thermospheric General Circulation Model* (MTGCM) desarrollado en NCAR, no incluye la baja atmósfera (*Bougher y col.*, GRL, 2006). El objetivo de esta tesis, enmarcada en un proyecto de la Agencia Espacial Europea desarrollado por el *Laboratoire de Météorologie Dynamique* del CNRS francés, la Universidad de Oxford y el Instituto de Astrofísica de Andalucía, es contribuir a la construcción del primer MCG marciano con cobertura global, extendiendo a la termosfera un modelo previo de la baja y media atmósfera marciana, el *European Mars General Circulation Model* (EMGCM). La estrategia seguida fue la construcción, en primer lugar, de un modelo 1-D de la alta atmósfera marciana, en el cual incluir de forma detallada aquellos procesos físicos relevantes para esta región, y a partir de los cuales se construirían esquemas rápidos de cálculo para, finalmente, incluir estos procesos en el EMGCM sin consumir excesivo tiempo de cálculo.

El modelo 1-D incluye el calentamiento por absorción de radiación UV, la fotoquímica, la difusión molecular, la difusión turbulenta, la conducción térmica y el balance energético en el IR. Las comparaciones con modelos previos son, en gene-

ral, bastante satisfactorias.

Utilizando como base estos modelos detallados, se han desarrollado esquemas rápidos de cálculo para el calentamiento UV, basado en la aproximación de que las secciones eficaces de absorción no dependen de la temperatura, y para la fotoquímica, basado en la aproximación de equilibrio fotoquímico. Las diferencias con los resultados del esquema rápido son menores de un 5% en las tasas de calentamiento y menores de un 10% en las evoluciones temporales de las concentraciones, permitiendo un considerable ahorro de tiempo de computación, por lo que estos esquemas son apropiados para incluirlos en un MCG (*González-Galindo y col.*, JGR, 2005).

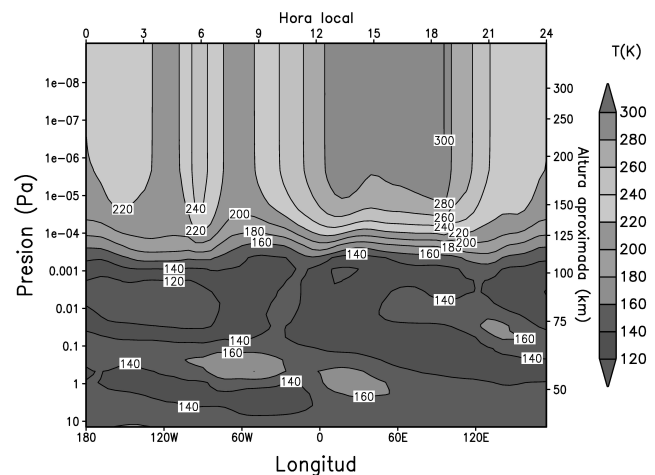


Figura 1 — Perfil térmico ecuatorial a $TU=12$ horas obtenido con el EMGCM para el caso equinoccial. Podemos distinguir claramente el mínimo de temperatura de la mesopausa, el aumento de temperatura con la altura de la baja termosfera y la temperatura constante con la altura, debido a la conducción térmica, en la alta termosfera.

La extensión a la termosfera del EMGCM nos ha permitido estudiar la estructura térmica y dinámica de esta región. Como ejemplo, la Fig. 1 muestra el perfil térmico ecuatorial obtenido con este modelo para el caso equinoccial a Tiempo Universal 12

horas. Se ha encontrado una serie de resultados novedosos, como una conexión entre la alta y la baja termosfera, debido a la alta eficiencia de la conducción térmica, de forma que la estructura térmica de la alta termosfera viene afectada no sólo por procesos locales, sino también por procesos que afectan a la baja termosfera, como calentamientos radiativos y calentamientos/enfriamientos por vientos. También hemos descrito una relación inequívoca y no lineal entre el calentamiento UV y el cociente de concentraciones O/CO_2 . Las temperaturas termosféricas nominales dadas por el modelo se han comparado con resultados anteriores del MTGCM y con diversas medidas de sondas espaciales, resultando en media un 15 % superiores.

Se han realizado pruebas de sensibilidad y compa-

raciones detalladas con el MTGCM para validar el EMGCM. Las pruebas de sensibilidad favorecen valores bajos de la eficiencia de calentamiento UV, dentro de su intervalo de variabilidad teórico y experimental, que llevarían las temperaturas termosféricas del EMGCM a mucho mejor acuerdo con los datos experimentales y el MTGCM. Las comparaciones detalladas con el MTGCM muestran diferencias globales en las temperaturas termosféricas inferiores a unos 10 K, valor muy aceptable. Las diferencias más importantes se observan en las temperaturas y vientos zonales durante la noche polar y en la estructura de los vientos meridionales, que creemos debidas a diferente propagación de ondas desde la baja atmósfera.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS ELÍPTICAS ENANAS

Santos Pedraz Marcos

pedraz@caha.es

Tesis doctoral dirigida por Javier Gorgas García

Centro: Universidad Complutense de Madrid

Fecha de lectura: 21 de Abril de 2006

Las elípticas enanas (dEs) constituyen la población de galaxias más abundantes en el universo local, sin embargo, aún se conoce muy poco de ellas, tanto de su naturaleza como de su origen. Tienen un aspecto esferoidal con perfiles de brillo superficial exponenciales, masa $\lesssim 10^9 M_\odot$, luminosidad $M_B \gtrsim -18$ mag, y brillo superficial $\mu \gtrsim 21$ mag/arcsec². Suelen tener tamaños de unos pocos kiloparsecs y están caracterizadas por su ausencia de gas y formación estelar.

En esta tesis se ha llevado a cabo un estudio espectroscópico de una muestra de 42 galaxias elípticas enanas pertenecientes al cúmulo de Virgo. La comparación con las 8 elípticas gigantes (o clásicas) y las 7 compactas incluidas en este trabajo, así como con otras muestras más amplias de la bibliografía, ha permitido un amplio análisis de sus poblaciones estelares.

Se han medido la velocidad radial y la dispersión de velocidades en las regiones centrales de las galaxias de la muestra y, por primera vez, a lo largo del eje mayor en una fracción significativa de elípticas enanas (ver Fig. 1). Del análisis de la cinemática de sus poblaciones estelares se deduce que, a diferencia de lo considerado hasta ahora, no todas

las dEs están soportadas por la anisotropía en la distribución de velocidades, ya que una fracción importante de ellas muestran altas velocidades de rotación.

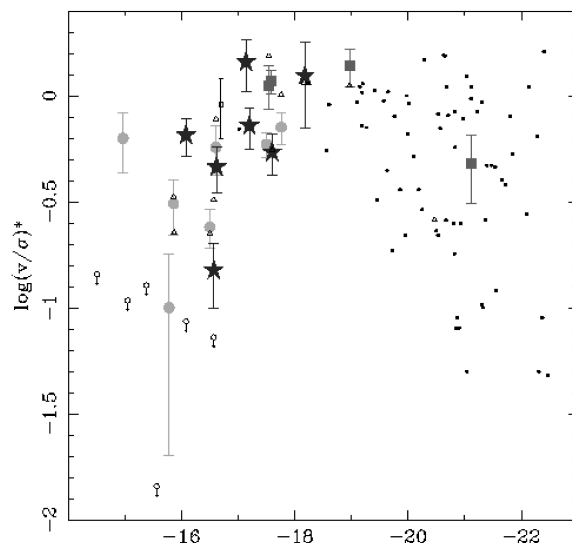


Figura 1 — Logaritmo del parámetro de anisotropía frente a la magnitud absoluta. Las estrellas, los cuadrados y los círculos rellenos representan las elípticas enanas, gigantes y compactas de la muestra de este trabajo.